

Rec'd PCT/PTO 28 SEP 2004

10/509450

26.03.03

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 9月 4日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-258991

[ST.10/C]:

[JP2002-258991]

出 願 人

Applicant(s):

ダイダン株式会社



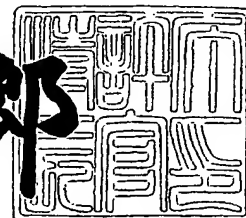
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 5月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3033939

【書類名】 特許願

【整理番号】 A000203860

【提出日】 平成14年 9月 4日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B01D 53/32
B01J 19/00

【発明の名称】 ガスイオン化分離純化装置

【請求項の数】 13

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県入間郡三芳町北永井 3 9 0 番地 ダイダン株式会社
社内

 【氏名】 伊藤 隆夫

【発明者】

 【住所又は居所】 石川県金沢市小立野 2 丁目 4 0 番 2 0 号 金沢大学内

 【氏名】 江見 準

【発明者】

 【住所又は居所】 石川県金沢市小立野 2 丁目 4 0 番 2 0 号 金沢大学内

 【氏名】 大谷 吉生

【発明者】

 【住所又は居所】 石川県金沢市小立野 2 丁目 4 0 番 2 0 号 金沢大学内

 【氏名】 並木 則和

【特許出願人】

 【識別番号】 591023479

 【氏名又は名称】 ダイダン株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100058479

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 鈴江 武彦

 【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100068814

【弁理士】

【氏名又は名称】 坪井 淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002- 93122

【出願日】 平成14年 3月28日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9301851

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ガスイオン化分離純化装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 流入部から流路内に流入する気体をイオン化し、流路内で電極により電離状態の気体に電界をかけて陽イオンと陰イオンに分離することで気体に含まれるガス分子成分を分離し、清浄な空気を第 1 の流出部から取り出すとともに分離されたガスを第 2 の流出部から取り出すガスイオン化分離純化装置であって、流入部から流入した気体の流れを調整して気体を流路内に所定時間以上滞留させる気流調整手段が設けられることを特徴とするガスイオン化分離純化装置。

【請求項 2】 流入部から流路内に流入する気体をイオン化し、流路内で電極により電離状態の気体に電界をかけて陽イオンと陰イオンに分離することで気体に含まれるガス分子成分を分離し、清浄な空気を第 1 の流出部から取り出すとともに分離されたガスを第 2 の流出部から取り出すガスイオン化分離純化装置であって、各流出部に電極および気流抵抗部材が設けられることを特徴とするガスイオン化分離純化装置。

【請求項 3】 少なくとも、気体を流入させる 1 つの流入部と、流入部から流入した気体を通流させる流路と、流入部から流入した気体の流れを調整して気体を流路内に所定時間以上滞留させる気流調整手段と、流路内の気体をイオン化するイオン化手段と、それぞれ電極および気流抵抗部材が設けられて流路から気体を流出させる 2 つの流出部を備え、流路内において、イオン化手段により気体をイオン化し、第 1 の流出部および第 2 の流出部に分離して設けられた対向電極により電離状態の気体に電界をかけて陽イオンと陰イオンに分離することで気体に含まれるガス分子成分を分離し、清浄な気体を第 1 の流出部から取り出すとともに分離されたガスを第 2 の流出部から取り出すことを特徴とするガスイオン化分離純化装置。

【請求項 4】 流出部は多孔質部材で形成された多孔質電極を電極の一部として備え、清浄な空気または分離されたガスは、多孔質電極および気流抵抗部材を通過した後に流出部から取り出されることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載

のガスイオン化分離純化装置。

【請求項 5】 流出部の気流抵抗部材は着脱可能に設けられることを特徴とする請求項 2、3 又は 4 に記載のガスイオン化分離純化装置。

【請求項 6】 気流調整手段は、流入部を介して流路の周方向から流路の内周面に沿って気体を流入させ、流路内で旋回流れを形成させることにより、流入気体を流路内に所定時間以上滞留させることを特徴とする請求項 1 又は 3 に記載のガスイオン化分離純化装置。

【請求項 7】 流路は筒状に成形され、筒状流路の側面部に流入部が設けられるとともに、筒状流路の両端部に第 1 の流出部および第 2 の流出部が対向するように設けられることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のガスイオン化分離純化装置。

【請求項 8】 イオン化手段として複数のイオン源を同時に利用することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のガスイオン化分離純化装置。

【請求項 9】 第 1 の流出部および第 2 の流出部は流出する気体の圧力を測定する圧力測定部をさらに備え、第 1 の流出部および第 2 の流出部において測定された気体の圧力差に基づいて、各流出部から取り出す気体の流量を変更可能に調整することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のガスイオン化分離純化装置。

【請求項 10】 電界をかける電極の極性を切り替える手段および／または電極の電界強度を変化させる手段を有することを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のガスイオン化分離純化装置。

【請求項 11】 ガスイオン化分離純化装置を並列や直列、または直並列に多数利用することを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載のガスイオン化分離純化装置。

【請求項 12】 流路に気体状態として気体の圧力を測定する圧力測定手段および／または気体の温度を測定する温度測定手段を備え、測定された気体状態に対応する最適な分離電圧を印加することを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載のガスイオン化分離純化装置。

【請求項 13】 流路に気体状態として気体の圧力を測定する圧力測定手段

および／または気体の温度を測定する温度測定手段を備え、印加された分離電圧に対応する最適な圧力および／または温度に気体状態を調節することを特徴とする請求項1乃至11のいずれか1項に記載のガスイオン化分離純化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ナノからマイクロメートルの微細加工を行うプロセスで利用される極めて高純度のガスを精製するガス純化装置として、あるいは、空気中の微量の不純物を取り除くための空気清浄装置として利用するのが好適なガスイオン化分離純化装置に関するものである。

【0002】

【従来技術】

高純度水素ガスを精製する方法として、パラジウム合金などの膜透過式精製法がある。膜透過式精製法では極めて高純度のガスが得られるが、精製された高純度ガスを多く得るためには、高温下において膜前後の圧力差を大きくする必要があるため、多くのエネルギーが必要となる。

【0003】

多くの種類のガスに適用できるガスの精製方法として触媒および吸着材で吸着除去する吸着式精製法がある。吸着式精製法では常温で吸着除去でき、不純物を吸着した触媒および吸着剤は加熱等の処理により不純物を脱離し、吸着能力を再生できるという利点があるが、非常に低濃度のガスを精製する場合では吸着平衡時の吸着容量が小さいために、すぐに再生を必要とするとともに、ガスを連続的に精製するためには、二系列以上の精製筒を準備し、精製・再生を交互に切り替える必要がある。

【0004】

アルゴンやヘリウムなどの希ガスや水素ガスなどの純化方法としてゲッター式精製方法がある。ゲッター式精製法では高温下でゲッター材と不純物を反応する必要があり、多大なエネルギーが必要であるとともに、一度不純物と反応したゲッター材は再生ができないため使い捨てになるという欠点を持つ。

【0005】

一方、本出願人は、特開 2 0 0 1 - 7 0 7 4 3 において、低エネルギーで連続的に純化する方法として、正イオンと負イオンの電界による分離を利用する方法を提案した。この装置は、二分岐流れを形成するチャンバーの両側に平行平板電極を備え、電極にガス出口を持つ構造の分離装置で、流れの分岐部とイオンの分離部を一致させることにより、イオン化した不純物が電界により最小限の距離で分離されるということと、一度移動したイオン化した不純物は中和しても流れに従って取り出すことができるため、より高純度のガスを精製するような場合に優れる。しかし平行平板電極に出口を設けた構造では、チャンバーの側壁と平行平板電極との接合部付近に流れのよどみ部分ができるため、流速が大きい場合に導入されたガスがスムーズに排出されず、流量によって分離効果に差がでる。また分離には不純物が効果的にイオン化するまでの滞留時間を確保する必要があるが、分離チャンバーに導入されたガスの大部分は、出口に向かって最短に近い流線をとるため、チャンバーの径を大きく確保しても滞留時間をうまく確保することができない。また分離流量は等量に分割する必要があるため、出口に流量計とバルブを設置し等量に調節しなければならない。しかし入口やそれぞれの出口に流量計を設置できない場合もあり、そのような場合には流量を調節できないという問題がある。

【0006】

また二分岐で分離を行う場合、印加する分離電圧には、ガスの流速とイオンの電気移動度やイオンの生成速度、消失速度で決まる最適値を持つ。ここでイオンの電気移動度やイオンの生成消失速度は、ガスの圧力や温度などにより容易に変動するため、圧力や温度の状態により分離効率が左右されるという欠点を持つ。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は上記の事情に鑑みてなされたもので、流路内でイオン生成と分離を行って清浄な空気や分離されたガスを取り出すガスイオン化分離純化装置であって、流路内に導入した気体の滞留時間を確保することにより、流路内でイオンを効果的に生成させるとともに、流路内全体を利用したよどみがない流れを形成する

ことにより、不純物を効果的にイオン化し分離を促進させること、あるいは、流路内から流出する清浄な空気や分離されたガスの流量を測定することなく両者の流量を調整する手段を設けることにより、低エネルギーかつ高効率なガスイオン化分離純化装置を提供することを目的とする。

【0008】

さらに、流路の圧力測定手段および／または温度測定手段を付加することにより、最適な分離電圧を印加できる、あるいは、分離に最適な圧力および／または温度に気体状態を調節できるガスイオン化分離純化装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明のガスイオン化分離純化装置は、流入部から流路内に流入する気体をイオン化し、流路内で電極により電離状態の気体に電界をかけて陽イオンと陰イオンに分離することで気体に含まれるガス分子成分を分離し、清浄な空気を第1の流出部から取り出すとともに分離されたガスを第2の流出部から取り出すガスイオン化分離純化装置であって、流入部から流入した気体の流れを調整して気体を流路内に所定時間以上滞留させる気流調整手段が設けられることを特徴とするものである。

【0010】

また本発明のガスイオン化分離純化装置は、流入部から流路内に流入する気体をイオン化し、流路内で電極により電離状態の気体に電界をかけて陽イオンと陰イオンに分離することで気体に含まれるガス分子成分を分離し、清浄な空気を第1の流出部から取り出すとともに分離されたガスを第2の流出部から取り出すガスイオン化分離純化装置であって、各流出部に電極および気流抵抗部材が設けられることを特徴とするものである。

【0011】

また本発明のガスイオン化分離純化装置は、少なくとも、気体を流入させる1つの流入部と、流入部から流入した気体を通流させる流路と、流入部から流入した気体の流れを調整して気体を流路内に所定時間以上滞留させる気流調整手段と

、流路内の気体をイオン化するイオン化手段と、それぞれ電極および気流抵抗部材が設けられて流路から気体を流出させる2つの流出部を備え、流路内において、イオン化手段により気体をイオン化し、第1の流出部および第2の流出部に分離して設けられた対向電極により電離状態の気体に電界をかけて陽イオンと陰イオンに分離することで気体に含まれるガス分子成分を分離し、清浄な気体を第1の流出部から取り出すとともに分離されたガスを第2の流出部から取り出すことを特徴とするものである。

【 0 0 1 2 】

また本発明は、前記ガスイオン化分離純化装置において、流出部は多孔質部材で形成された多孔質電極を電極の一部として備え、清浄な空気または分離されたガスは、多孔質電極および気流抵抗部材を通過した後に流出部から取り出されることを特徴とするものである。

【 0 0 1 3 】

また本発明は、前記ガスイオン化分離純化装置において、流出部の気流抵抗部材は着脱可能に設けられることを特徴とするものである。

【 0 0 1 4 】

また本発明は、前記ガスイオン化分離純化装置において、気流調整手段は、流入部を介して流路の周方向から流路の内周面に沿って気体を流入させ、流路内で旋回流れを形成させることにより、流入気体を流路内に所定時間以上滞留させることを特徴とするものである。

【 0 0 1 5 】

また本発明は、前記ガスイオン化分離純化装置において、流路は筒状に成形され、筒状流路の側面部に流入部が設けられるとともに、筒状流路の両端部に第1の流出部および第2の流出部が対向するように設けられることを特徴とするものである。

【 0 0 1 6 】

また本発明は、前記ガスイオン化分離純化装置において、イオン化手段として複数のイオン源を同時に利用することを特徴とするものである。

【 0 0 1 7 】

また本発明は、前記ガスイオン化分離純化装置において、第 1 の流出部および第 2 の流出部は流出する気体の圧力を測定する圧力測定部をさらに備え、第 1 の流出部および第 2 の流出部において測定された気体の圧力差に基づいて、各流出部から取り出す気体の流量を変更可能に調整することを特徴とするものである。

【 0 0 1 8 】

また本発明は、前記ガスイオン化分離純化装置において、電界をかける電極の極性を切り替える手段および／または電極の電界強度を変化させる手段を有することを特徴とするものである。

【 0 0 1 9 】

また本発明は、前記ガスイオン化分離純化装置において、ガスイオン化分離純化装置を並列や直列、または直並列に多数利用することを特徴とするものである。

【 0 0 2 0 】

また本発明は、前記ガスイオン化分離純化装置において、流路に気体状態として気体の圧力を測定する圧力測定手段および／または気体の温度を測定する温度測定手段を備え、測定された気体状態に対応する最適な分離電圧を印加することを特徴とするものである。

【 0 0 2 1 】

また本発明は、前記ガスイオン化分離純化装置において、流路に気体状態として気体の圧力を測定する圧力測定手段および／または気体の温度を測定する温度測定手段を備え、印加された分離電圧に対応する最適な圧力および／または温度に気体状態を調節することを特徴とするものである。

【 0 0 2 2 】

【発明の実施の形態】

以下図面を参照して本発明の実施の形態例を詳細に説明する。

【 0 0 2 3 】

図 1 は本発明の実施形態例に係り、イオンの生成と電界によるイオンの分離を同時に行い、電界を印加する電極がガス流出部を兼ねた二分岐流ガスイオン化分離純化装置である。図中、1 1 はガスの流入部、1 2, 1 3 はガスの流出部、1

4 は内部が流路になった分離チャンバー、15 は流路内のガスをイオン化するイオナイザー、16、17 は分離可能な構造を有する分離電極、18 は多孔質部材で形成された多孔質電極、19 はガラス繊維フィルタ（気流抵抗部材）を示す。このうち、流入部11、イオナイザー15、分離電極16、17 および多孔質電極18 はSUS等の金属製であり、分離チャンバー14 は流入部11 およびイオナイザー15 との接続部を含む環帯状の部分がSUS等の金属で、それ以外の部分が石英ガラス等の絶縁体でできている。

【0024】

前記分離チャンバー14 は内径40mmの円筒流路を有する円筒状に形成され、軸方向をほぼ水平にして設置される。分離チャンバー14 の左右の両端開口部にはそれぞれ対応して分離電極16、17 が開口部を塞ぐようにほぼ平行に設置される。分離電極16 の中央部には内径6.2mmの円筒状よりなる第1の流出部12 が設けられ、分離電極17 の中央部には内径6.2mmの円筒状よりなる第2の流出部13 が設けられる。分離チャンバー14 の外周面中央部には内径6.2mmの円筒状よりなる流入部11 が分離チャンバー14 内面の周方向に気体を流入して旋回流れを生じるようにして設けられる。分離チャンバー14 内部の各分離電極16、17 の内側にはガラス繊維フィルタ（気流抵抗部材）19、19 が円筒流路を遮断するようにして設けられる。分離チャンバー14 内部の各ガラス繊維フィルタ19、19 の内側には多孔質電極18、18 が円筒流路を遮断するようにして設けられ、多孔質電極18、18 は50mm間隔で対向してほぼ平行に設けられる。分離チャンバー14 内部の多孔質電極18、18 間にはイオナイザー15 が設置される。分離電極16、17 には直流電源25 が電極16 を陽極、電極17 を陰極にして接続される。

【0025】

この装置において、流入部11 から流出部12、13 に至る気体の流れは次のように特徴付けられる。すなわち、分離チャンバー14 内に導入されるガスが、円筒流路内面に沿って接線（周）方向から流入する。また、各ガス流出部12（13）は、同一極性に荷電された2種類の電極（分離電極16（17）および多孔質電極18（18））と1つのガス流出部12（13）を持ち、さらに中空状

の分離電極 16 (17) の内部空間に多孔質電極 18 (18) および圧力損失の高いガラス繊維フィルタ (気流抵抗部材) 19 (19) が直列に設けられる構造となっており、流路内に導入されたガスはこの多孔質電極 18 (18)、ガラス繊維フィルタ (気流抵抗部材) 19 (19) を順に通過した後にガス流出部 12 (13) に至る。このようにして、内径 40 mm の円筒形チャンバー 14 の側面中央部から流路内に導入された不純物を含むガスは対向する 2 つの流出部 12, 13 に向かって二分岐され、それぞれの出口から装置外に排出される。

【0026】

導入されたガスは分離チャンバー 14 に固定されたイオナイザー 15 からの軟 X 線によりイオン化される。ここで大部分の不純物成分はイオン-分子反応により陽イオンに荷電される。また、導入されたガスは円筒形の分離チャンバー 14 の流路内面に沿って接線 (周) 方向から流入し、流線が流路内部で旋回流れを形成するように調整される。この旋回流れにより、ガスが流入部 11 から流出部 12, 13 に向かって最短距離で移動することがなくなり、ガスが流路内に滞留する時間を長く確保することが可能になる。すなわち、ガスに対する軟 X 線照射時間が長くなり、不純物を十分にイオン化することができる。2 つの流出部 12, 13 にそれぞれ設けられた電極 (分離電極 16, 17 および多孔質電極 18, 18) は、一方の流出部 12 を陽極側、もう一方の流出部 13 を陰極側にする直流電圧が印加できるようになっており、流路内に電界を形成することを可能にしている。この電界により陽イオンにイオン化した不純物は陰極側の流出部 13 に移動し、陽極側の流出部 12 からは不純物が取り除かれた高純度ガスを取り出すことができる。

【0027】

図 2 は、図 1 の断面図である。軟 X 線管 20 を SUS 等の金属で覆い接地されたイオナイザー 15 は、例えば分離チャンバー 14 の側面部に外側からねじ固定 21 され、図示しない軟 X 線制御装置からの制御信号に基づいて軟 X 線が分離チャンバー 14 の流路内に向けて照射される。22 はフッ素樹脂等の絶縁体である。分離チャンバー 14 の内部に導入されるガスの流線が円筒流路内部で旋回流れ 10 を形成するように、ガスの流入部 11 は円筒形状の分離チャンバー 14 の流

路内面に沿って接線方向からガスが流入するように工夫してある。この旋回流れにより分離チャンバー14内に導入されたガスは、円筒流路の内面に沿って流れながら、十分な量の軟X線の照射を受けることができる。

【0028】

図3は、図1の分離装置で高純度窒素ガス中の微量酸素を分離した実験結果の一例を示す特性図である。横軸に電界強度、縦軸に入口からの流入酸素分子数に対する分離された酸素分子数を分離効率として表している。入口流量1L/minで入口濃度7ppb, 28ppb, 43ppbの酸素を分離した結果である。酸素の分離効率は低濃度ほど分離効率が大きく、7ppbの酸素で2kV/mの電界強度の時に最大60%の分離効率が得られている。不純物分子が優先的にイオン化するためにはイオン化エネルギーがキャリアガス分子よりも小さいことや、またはプロトン親和力がキャリアガス分子よりも大きいことなどが要求される。図4に窒素、酸素とトルエンのイオン化ポテンシャルとプロトン親和力を示す。窒素と酸素は、酸素のほうがイオン化ポテンシャルは小さく荷電されやすいが、トルエンなどの有機物に比べるとプロトン親和力の差が小さいため、分離効果が低い。しかしながら、図1の分離装置を用いることで酸素分子でも分離できるのがわかる。

【0029】

図5に流出部に設けられる分離電極の構造を示す。分離電極16(17)は金属製の中空状の電極A、Bよりなり、この電極Aと電極BによりOリング24を介してガラス繊維フィルタ(気流抵抗部材)19を挟みこみ、ねじ23で固定する構造となっている。そして、この分離電極16(17)は円筒形の分離チャンバー14にOリング24'等の固定部材を介して接続される。ガラス繊維フィルタ(気流抵抗部材)19はHEPAフィルタのようなマイクログラスファイバーでよく、流路全体に均一に分散した流体抵抗をもつ材質であれば何でもよい。電極Aと電極Bで挟みこむことの利点は、ガラス繊維フィルタ(気流抵抗部材)19は微細な構造であるため汚染物質などが沈着しやすいが、電極Aと電極Bを分解可能な構造とすることにより容易に交換できることにある。電極Aの前面(上流側端部)には金属製の多孔質電極18が取り付けられ、電極Aの外面に直流電圧(DC)の電源25を配線することで、多孔質電極18も同時に荷電できるよ

うになっている。多孔質電極18のみを使用する場合には、円筒形の分離チャンバー14の外部から内部の多孔質電極18に配線することになるため、分離チャンバー14に穴をあけて配線を通す必要があるが、多孔質電極18および電極Aを金属で一体成形あるいは一体となるように取り付けることにより、電極Aに外部から配線を結線するだけで多孔質電極18に電圧を印加することができる。多孔質電極18は目の細かい金網のようなもので十分であり、分離チャンバー14内で平行に電界を形成でき、一様にガスを排出できる構造のものであれば、その形状や材質は問わない。

【0030】

なお、本装置の絶縁体は石英ガラスに限るものではなく、セラミックやPTFEなどの材質でもかまわない。さらに絶縁体と電極またはイオナイザーの接続は、リングを介するものに限定するものではなく、銀メッキを施したニッケル等の金属材料のシールやシリコンゴムなどの板状のものでもかまわない。

【0031】

図6は本発明の他の実施形態例に係るガスイオン化分離純化装置を示す断面図である。イオン源として、前述の軟X線を照射するイオナイザーに代わって、円筒流路内面に固定された放射性同位体 ^{241}Am を用いている。図中、図1と同一部分は同一符号を付してその説明を省略する。円筒状のチャンバー14の外周面中央上部には円筒状のガス流入部26がチャンバー14の内部を外部に開口して設けられる。前記チャンバー14内部の中央底部には例えば放射性同位体 ^{241}Am などの放射線源27がガス流入部26に対向してエポキシ樹脂28で固定される。本実施形態例において前述の旋回流れを利用しない場合は、流量が大きいときにイオン化できる不純物量に限界があるが、流出部12、13の分離電極16、17の内部空間に設けたガラス繊維フィルタ（気流抵抗部材）19を用いて分岐流を整流することにより、安定した不純物の分離を行うことができる。また電極16、17に印加する電圧の極性は連動する切り替えスイッチ29、30により直流電源31、32を変更することにより切り替え可能である。これによりどちらの流出部12、13からでも任意に清浄な空気や分離されたガスを取り出すことができる。なお、イオン源として放射性同位体 ^{241}Am および軟X線

を併用するようにすれば、流路内のイオン生成量をさらに増加させることができる。また、この他に、放射線や放電など、イオン生成が可能なものであれば、本装置のイオン源として単体利用もしくは併用することができる。

【 0 0 3 2 】

図 7 は図 6 のガスイオン化分離純化装置で有機物のトルエンを分離した結果の一例を示す特性図である。縦軸は、入口からの流入トルエン数に対する分離されたトルエン数を分離効率として表しており、横軸は、各分離電圧を表している。体積濃度で 90ppb, 190ppb, 230ppb のトルエンの分離を行った。印加する電圧の上昇に伴いトルエンの分離効率は上昇し、600V 以上の電圧で若干分離効率が減少する結果となった。濃度が低いほど分離効率が上昇し、90ppb のトルエンを 78% 分離できているのがわかる。

【 0 0 3 3 】

図 8 は、特開 2001-070743 の円筒型チャンバーで二分岐流れを利用したガス分離装置で出口部材の電極に平板電極を用いた方法と、図 6 のガスイオン化分離純化装置の方法との分離効果を比較した実験結果である。ガス流入部に導入する試料には、キャリアガス窒素中で体積濃度 0. 2 3 p p m のトルエンを使用した。図 8 において、縦軸は、入口からの流入トルエン数に対する分離されたトルエン数を分離効率として表しており、横軸は、各分離電圧を表している。従来の平板電極を用いた方法では、流量が 2 L / m i n の場合、いずれの電圧でもほとんど分離されないのがわかる。これは平板電極ではチャンバー内の流れによどみ部分ができるため、流量が大きくなると流れの乱れの影響が顕著になり、トルエンを効果的に分離できないためである。しかし図 6 の流出部 1 2, 1 3 に電極として分離電極 1 6, 1 7 および多孔質電極 1 8, 1 8 を用い、さらにガラス繊維フィルタ（気流抵抗部材）1 9 を設けた場合、分離電圧とともにトルエンの分離がおこり 6 0 0 V で 0. 2 3 p p m のトルエンを最大 2 4 % 分離することができた。このことから分離電極 1 6, 1 7 を図 5 のような構造に改良することで、いずれの分離電圧でも分離効率が上昇することがわかる。

【 0 0 3 4 】

なお、本実施形態例では、分離チャンバー 1 4 内全体がガス流路として有効に

機能していると仮定して、流路容積が 62.8 mL (流路内径 = 4.0 mm、流路長さ = 50 mm)、流入するガス流量が 2 L/min であり、本装置の流入ガスの平均滞留時間は 1.8 sec となる。この条件下で、流路内部に導入されるガスの流線が流路内部で旋回流れを形成するように調整すれば、流入ガスの平均滞留時間はさらに長くなり、より大きな分離効率を得ることができる。

【 0 0 3 5 】

図 9 に、両流出部のガスの圧力差を微差圧計で検出することにより出口流量を調整するガスイオン化分離純化装置を示す。図中、図 6 と同一部分は同一符号を付してその説明を省略する。陽極から出てくる清浄ガスを利用する場合に、本装置の出口流量を簡易に調整するために、両流出部 12, 13 の電極 16, 17 に細孔 33 をガス配管 (内径 6 mm) 34 に達するまで穴 (直径 0.6 mm) をあけ、両方の出口ガスの圧力差を微差圧計 35 で測定し、微差圧が 0 になるように流出部 13 に設けた流量調整バルブ 36 を開閉する。こうすることで流入部 11 とそれぞれの流出部 12, 13 の流量を流量計で測定しなくてもガスイオン化分離純化装置の流量を所定の流量に制御することができ、装置コストの低減や制御の安定化に寄与する。なお、差圧測定用の細孔 33 はガラス繊維フィルタ (気流抵抗部材) 19 の上流側または下流側のどちらに設置してもよいが、必ず左右対称の位置に開口する必要がある。そうでない場合はあらかじめ流量と圧力の値を校正して使用する必要がある。

【 0 0 3 6 】

図 10 は両出口のガス配管 (内径 6 mm) 34 に垂直に直径 0.6 mm の細孔 33 をとり、それぞれの出口のガス配管 34 での静圧差と流量比の関係を調べた結果で、横軸に入口 26 の流量 C_{in} に対する一方の出口 12 の流量 C_{out1} の比を、縦軸に静圧差 ΔP を測定した結果である。図 10 から両者の静圧差 ΔP で出口流量の差を求めることができるのがわかる。この結果は静圧差を測定したものであるが、動圧差や全圧差を測定してもかまわない。

【 0 0 3 7 】

図 11 は本発明の実施形態例に係るガスイオン化分離純化装置を多数利用した例で、並列に 1 段と直列に 1 段利用したものである。本装置を並列に配置するこ

とにより、一台では補えない大流量の流入ガスを処理することができる。また本装置を直列に配置することで、一台では達成できない高純度のガスまたは高清浄度の空気まで精製することができる。

【0038】

図12は、本発明の実施形態例に係る気体の圧力を測定する圧力測定部と気体の温度を測定する温度測定部を備えたガスイオン化分離純化装置を示す。図中、図6と同一部分は同一符号を付してその説明を省略する。流出部12、13の電極16、17に細孔33をガス配管（内径6mm）34に達するまで穴（直径0.6mm）をあけ、流体の圧力を圧力計37で、温度を温度計38で測定する。流出部13には流量調整バルブ39が設けられる。分離電圧を印加する回路には電圧調整手段として直流電源40と直列に可変抵抗器41が取り付けられている。装置を接続する配管システムの圧力抵抗により、装置内部の流体の圧力が上昇した場合や流れるガスの温度が低下した場合などは、可変抵抗器41を調節し、より大きな分離電圧を印加することにより、分離効率の低下を防ぐことができる。なお、圧力計37や温度計38を取り付ける細孔33の位置は装置流路のいずれの場所でもよく、装置内の圧力や温度が計り知れるのであれば、装置の外の流路に別途設けても良い。さらに同じ細孔33を共有して圧力計と温度計を同じ場所に設置してもよい。

【0039】

図13は二分岐流れ場で不純物分子をイオン化し静電分離した場合の分離効率を、不純物分子と不純物イオンに対して移流拡散方程式を解くことにより計算した結果の一例を示す特性図である。トルエンイオンの生成はトルエン分子数に、トルエンイオンの消失はトルエンイオン数に比例する一次反応として定義し計算を行った。ここで、 Z は不純物イオンの電気移動度、 u はガスの流速、 α は不純物イオンの消失速度定数、 β は不純物イオンの生成速度定数である。このように不純物イオンの電気移動度が変化することで、最も不純物が分離される最適電圧が変化することがわかる。電気移動度や速度定数などのパラメータは、温度や圧力、ガスの種類によって変化するため、このような場合に圧力計37や温度計38を用いて計測された気体の圧力や温度に対応する最適分離電圧を求め、電圧調節

手段により印加電圧を調節することにより常に最適な分離を実施することができるのわかる。

【0040】

なお、電圧を調節する代わりに、温度や圧力をそれぞれ例えば入口26に設けられる温度調節手段や圧力調節手段（図示せず）により制御しても良いし、電圧・温度・圧力を併せて調節しても良い。

【0041】

以上、実施形態例に基づき説明したが、本発明は前記実施形態例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。例えば、分離チャンバー内の流路は円筒形に限定されず、流入したガスが内部で旋回流れを形成するように筒状に成形されていれば、十分な長さのガス滞留時間が確保でき、流路内で効果的にイオンを生成することが可能となる。また、流路内でガスを所定時間以上滞留させる手段は、前述の旋回流れを形成させる方法に限定されず、邪魔板やガイド部材等の気流調整手段を流路内に配置して、流入ガスを流路内で蛇行させる方法を採用しても良い。このとき、流入部の構造は、必ずしも流路内面に沿って接線方向からガスを導入することを要しない。また、電界を形成する直流電源は、正電圧を印加する方式、負電圧を印加する方式、正および負電圧を印加する方式等、所定の電圧を印加できるものであれば何でも良く、その方式は問わない。さらに、電圧や温度や圧力の制御は手動でも良いし、自動で行っても良い。不純物の成分によっては、負イオンに荷電されるものもあるが、そのような成分が大多数を占める場合は、不純物を陽極に分離しても良い。

【0042】

以上のように、分離チャンバーの中央から導入されたガスをそれぞれ反対方向に二分岐し、それぞれの出口を多孔の分離電極で形成して、チャンバーを挟みこむことで、流れのよどみ部を無くすとともに、多孔部材（多孔質電極）の背後に高圧力損失部材（HEPAフィルタ）を置くことで、分離チャンバー内に入ってきたガスがチャンバー全体に添って流れるように整流する。さらに、チャンバーに導入されたガスの滞留時間を確保するためにチャンバー内で旋回流れを形成することで、不純物がイオン化し分離されるのに必要な滞留時間を確保できる。以

上のことにより高効率で低エネルギーなガス分離除去装置を提供できる。

【0043】

またそれぞれの出口においてガスの静圧から差圧を測定することにより、出口流量を測定しなくても差圧を調整することで流量を調整することができるとともに、清浄ガスを取り出す出口は電極の極性を切り替えることで、どちらからでも可能である。また本発明の分離装置を多数利用することで、一台では補えない大流量や、一台では達成できない高純度のガスまで精製することができる。

【0044】

【発明の効果】

以上述べたように本発明によれば、流路内でイオン生成と分離を行って清浄な空気や分離されたガスを取り出すガスイオン化分離純化装置であって、流路内に導入した気体の滞留時間を確保することにより、流路内でイオンを効果的に生成させるとともに、流路内全体を利用したよどみがない流れを形成することにより、不純物を効果的にイオン化し分離を促進させること、あるいは、流路内から流出する清浄な空気や分離されたガスの流量を測定することなく両者の流量を調整する手段を設けることにより、低エネルギーかつ高効率なガスイオン化分離純化装置を提供することが出来る。

【0045】

さらには、流路に圧力計や温度計を取り付けて測定することにより変動する分離効率を、電圧を調整することにより、常に最適な分離効率を得られるように調整することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施形態例を示す構成説明図である。

【図2】

本発明の一実施形態例に係るイオナイザーを示す断面図である。

【図3】

図1の分離装置で高純度窒素ガス中の微量酸素を分離した実験結果の一例を示す特性図である。

【図 4】

窒素、酸素とトルエンのイオン化ポテンシャルとプロトン親和力を示す説明図である。

【図 5】

本発明の実施形態例に係る分離電極を示す断面図である。

【図 6】

本発明の他の実施形態例を示す断面図である。

【図 7】

図 6 のガスイオン化分離純化装置で有機物のトルエンを分離した結果の一例を示す特性図である。

【図 8】

本発明の実施形態例に係る分離効率を示す特性図である。

【図 9】

本発明の実施形態例に係る流量調整用微差圧検出方法を示す断面図である。

【図 1 0】

本発明の実施形態例に係る両出口の流量と圧力差の関係を示す特性図である。

【図 1 1】

本発明の実施形態例に係るガスイオン化分離純化装置の配列利用例を示す構成説明図である。

【図 1 2】

本発明の実施形態例に係る気体の圧力を測定する圧力測定部を備えたガスイオン化分離純化装置を示す断面図である。

【図 1 3】

本発明の実施形態例に係る二分岐流れ場で不純物分子をイオン化し静電分離した場合の分離効率を、不純物分子と不純物イオンに対して移流拡散方程式を解くことにより計算した結果の一例を示す特性図である。

【符号の説明】

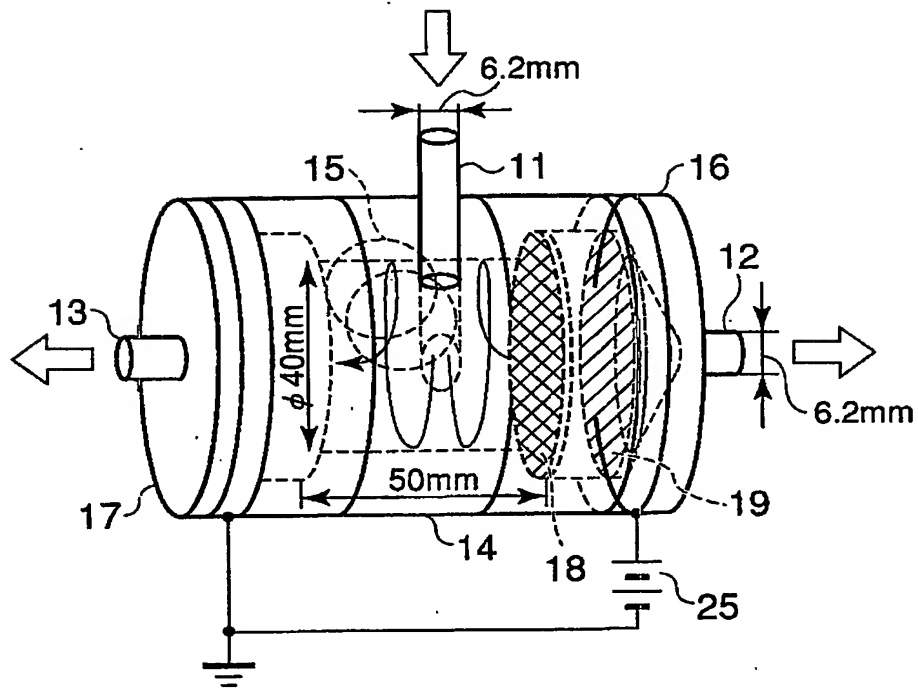
- 1 1 ガスの流入部
- 1 2 ガスの流出部

- 1 3 ガスの流出部
- 1 4 分離チャンバー
- 1 5 イオナイザー
- 1 6 分離電極
- 1 7 分離電極
- 1 8 多孔質電極
- 1 9 ガラス繊維フィルタ（気流抵抗部材）

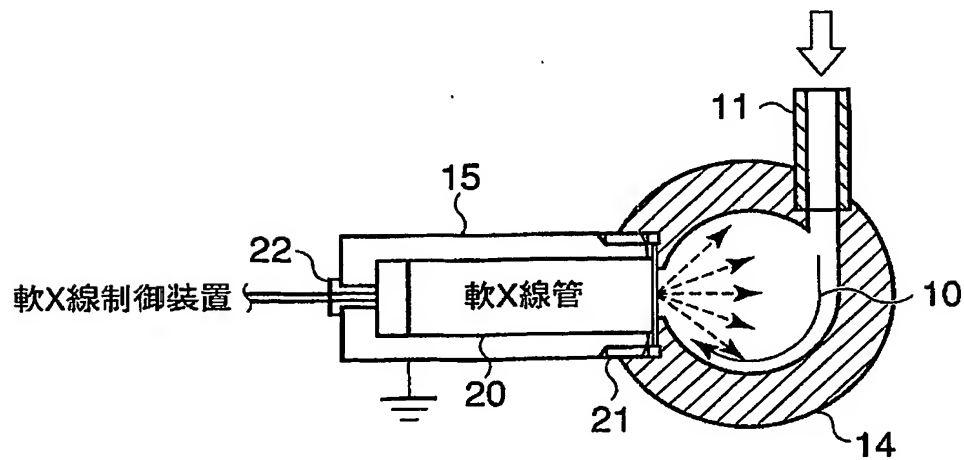
【書類名】

図面

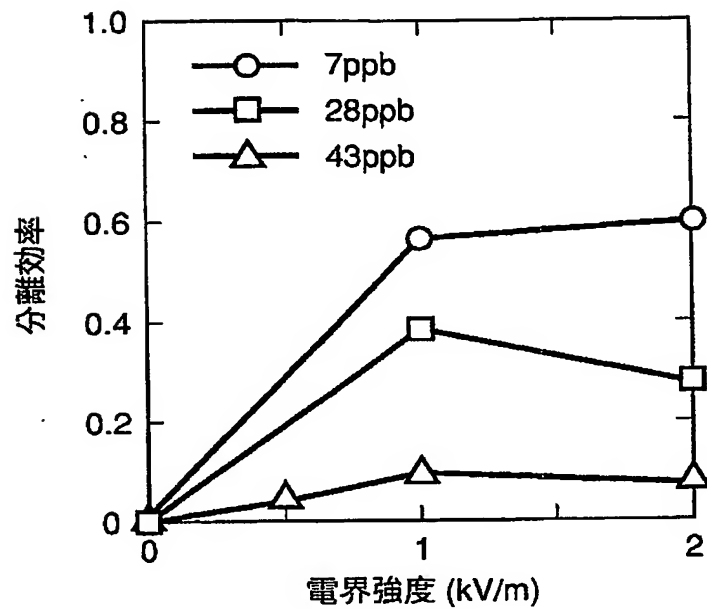
【図 1】



【図 2】



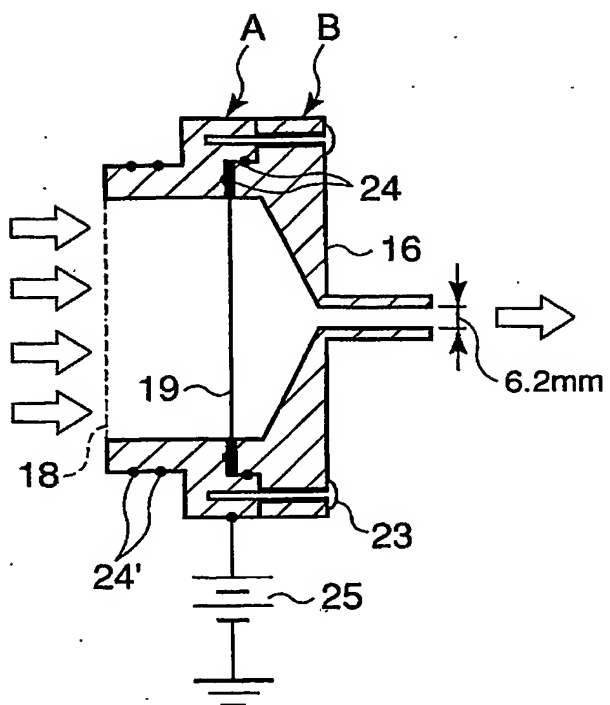
【図3】



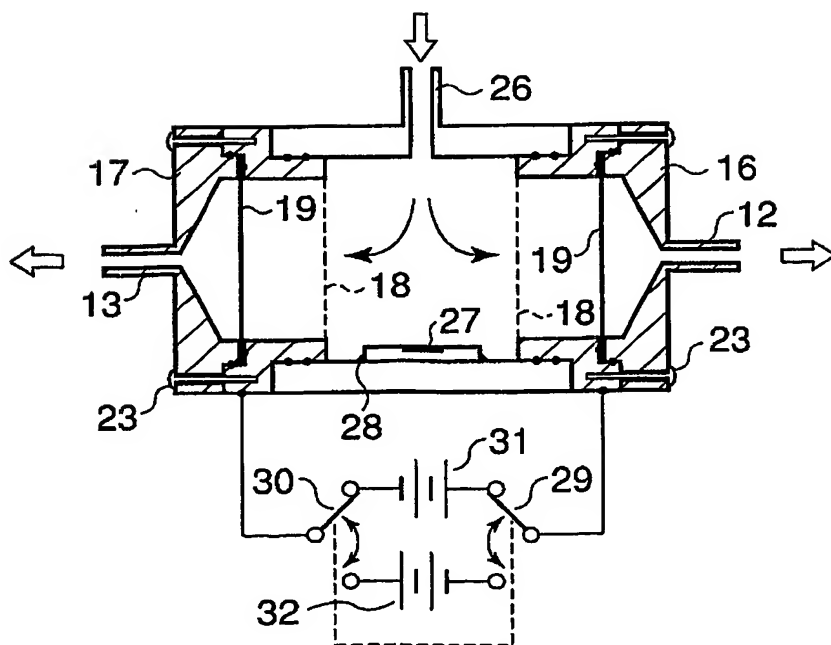
【図4】

	プロトン親和力 [kJ/mol]	イオン化ポテンシャル [eV]
N ₂	494.5	15.58
O ₂	422	12.071
トルエン	794	8.82

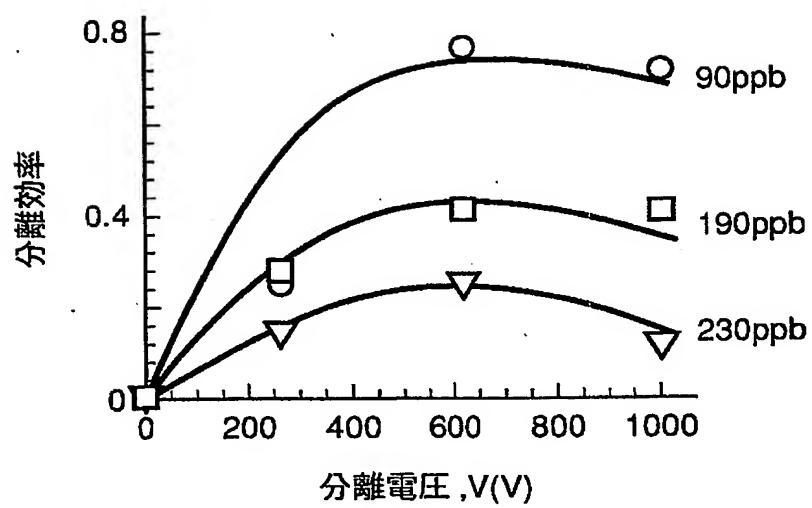
【図 5】



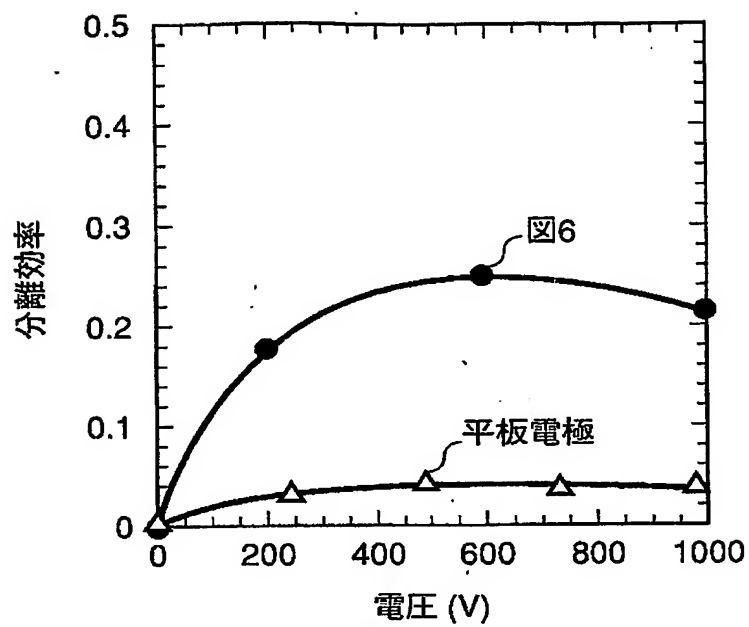
【図 6】



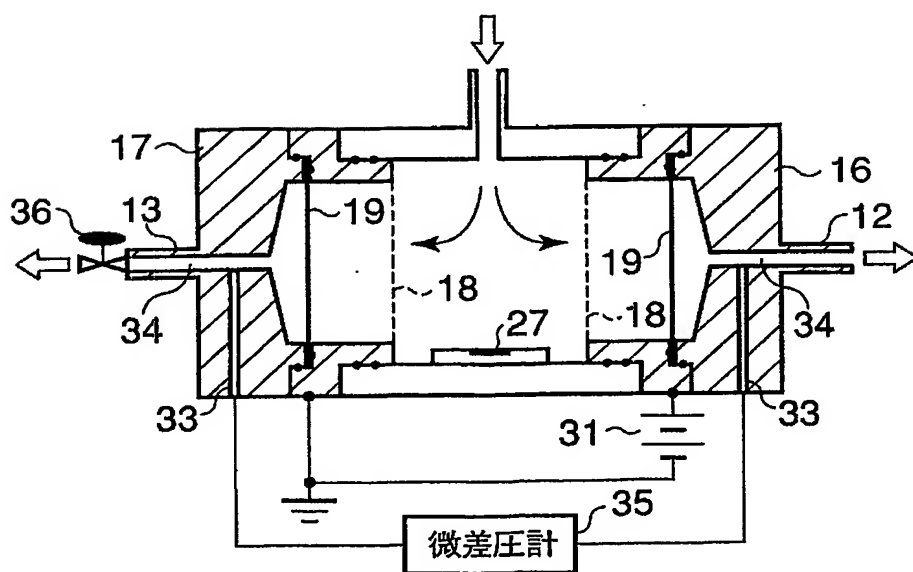
【図 7】



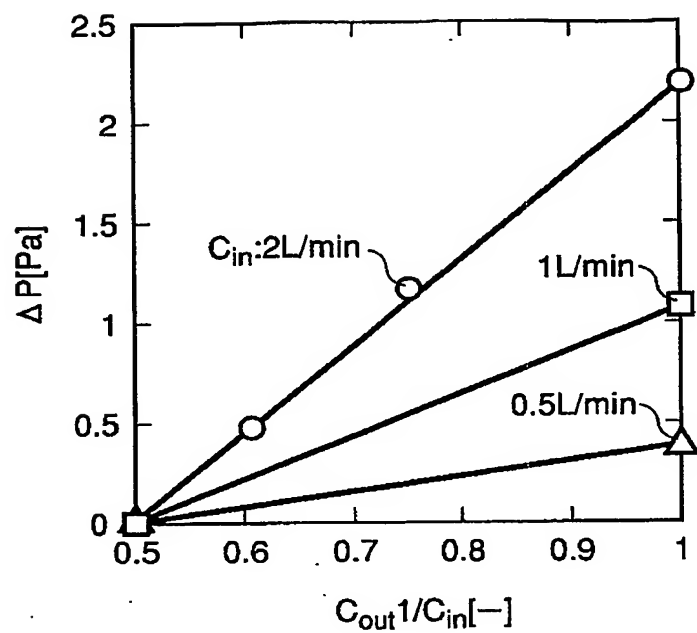
【図 8】



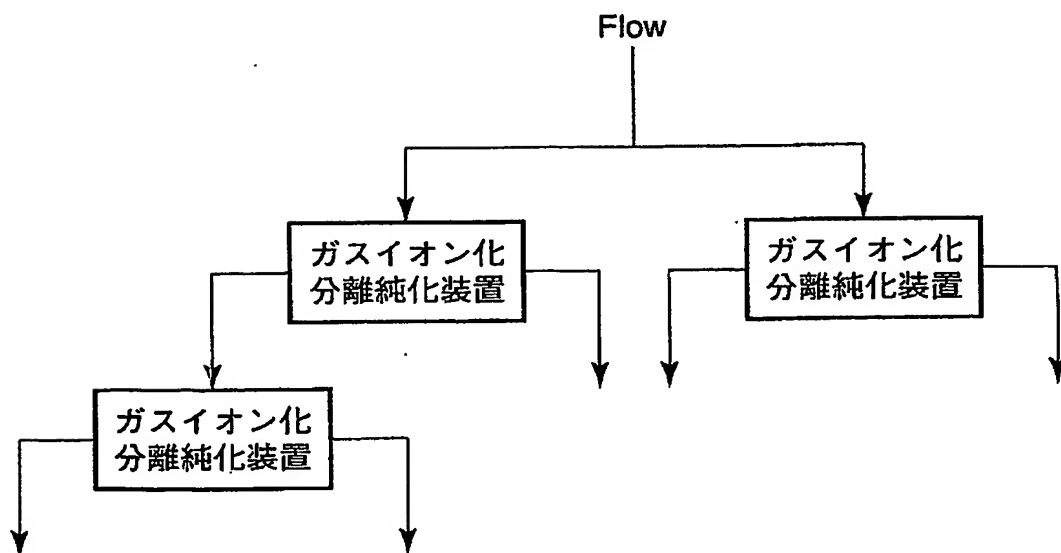
【図 9】



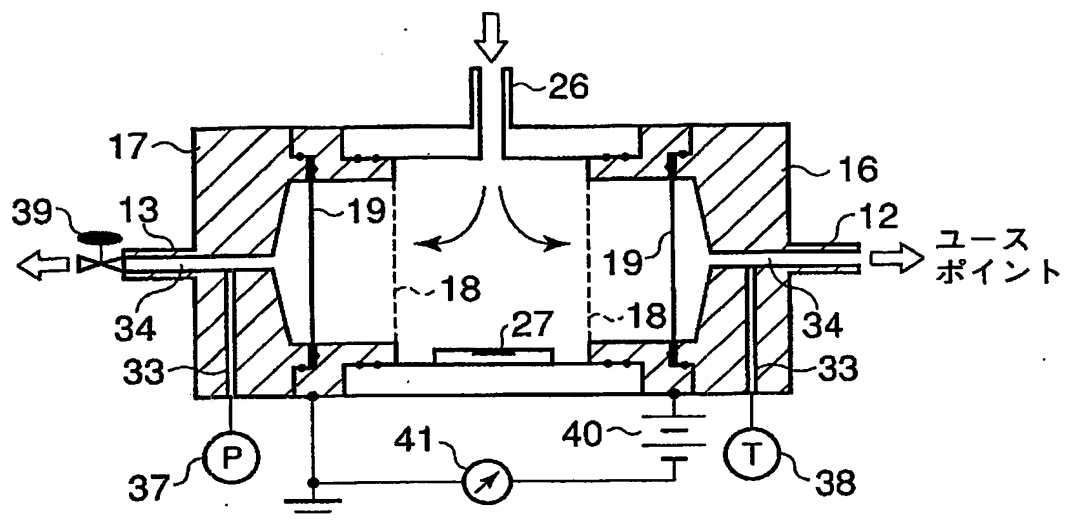
【図10】



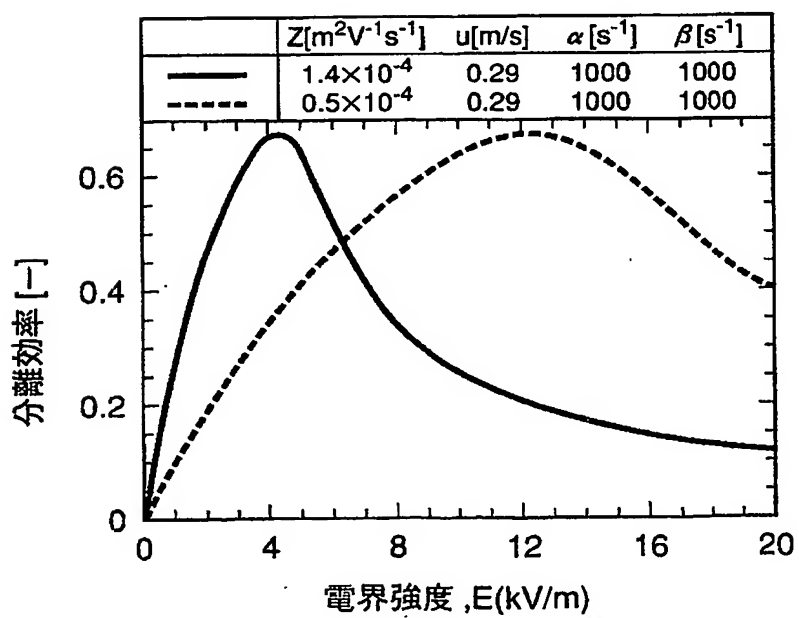
【図11】



【図 12】



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明の課題は、流路内でイオンを効果的に生成させるとともに、不純物を効果的にイオン化し分離を促進させる低エネルギーかつ高効率なガスイオン化分離純化装置を提供することにある。

【解決手段】 本発明は、流入部 11 からチャンバー 14 の流路内に流入する気体をイオン化し、流路内で電極 16, 17 により電離状態の気体に電界をかけて陽イオンと陰イオンに分離することで気体に含まれるガス分子成分を分離し、清浄な空気を第 1 の流出部 12 から取り出すとともに分離されたガスを第 2 の流出部 13 から取り出すガスイオン化分離純化装置であって、流入部 11 から流入した気体の流れを調整して気体をチャンバー 14 の流路内に所定時間以上滞留させるように気流調整するものである。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [591023479]

1. 変更年月日	1991年 2月 6日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府大阪市西区江戸堀1丁目9番25号
氏 名	ダイダン株式会社